

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-080499

(43)Date of publication of application : 02.04.1993

(51)Int.Cl.

G03F 7/004
 G03F 7/004
 G03F 7/004
 G03F 7/038
 G03F 7/039
 H01L 21/027

(21)Application number : 03-240027

(71)Applicant : FUJITSU LTD
FUJITSU VLSI LTD

(22)Date of filing : 19.09.1991

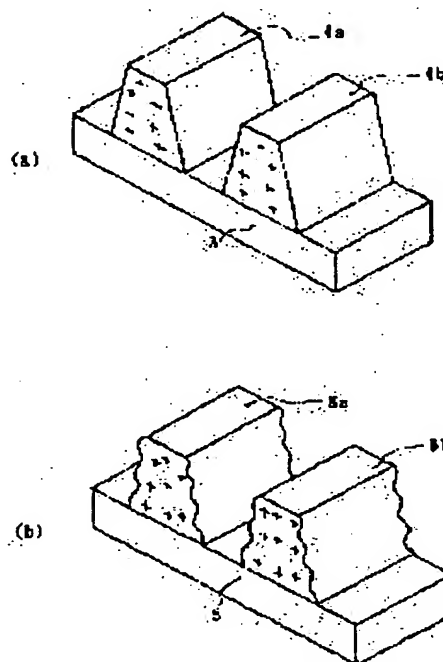
(72)Inventor : SANTO NOBUAKI
HIROSE MINORU
FUJINAMI MINORU

(54) PATTERN FORMING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the pattern forming method which can improve a resolving power and increase a practical focal depth and is more practicable in terms of the labor and cost required for processing relating to the pattern forming method using a photolithographic technique.

CONSTITUTION: This pattern forming method is constituted by including a stage for applying a resist having 1.0 μ m parameter of Di to exposing light of 300nm wavelength on a body 3 to be patterned to form a resist film having 0.3 to 0.9 μ m film thickness, a stage for selectively irradiating the above-mentioned resist film with exposing light of 300nm wavelength to transfer mask patterns on the resist film and a stage for developing the resist film to form the resist patterns 4a, 4b corresponding to mask patterns.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.05.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.02.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

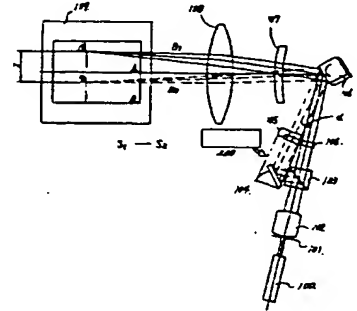
Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(54) SURFACE STATE INSPECTING DEVICE

(11) 5-80497 (A) (43) 2.4.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-241395 (22) 20.9.1991
 (71) CANON INC (72) MICHIO KONO
 (51) Int. Cl.⁵ G03F1/08, G01N21/88, G06F15/62, G06F15/64, H01L21/027

PURPOSE: To allow the execution of inspection with always high accuracy without impairing the high-speedness and small-size characteristic of the surface state inspecting device of a beam scanning type and without being affected by the arrangement of chips on a reticule.

CONSTITUTION: Two luminous fluxes varied in incident angle are made incident on a polygonal mirror 106 for scanning and while the same positions of the same shape patterns A, B on the reticule 109 are simultaneously illuminated by the reflected two luminous fluxes, the beam scanning according to the rotation of the polygonal mirror is executed. The light rays from the respective irradiation points are separately detected and compared and the presence of foreign matter, etc., is inspected. The spacing J between the irradiation points P_A and P_B is changed by the operation an actuator 400 to deal with the change and error of the inter-pattern spacings of every reticule.



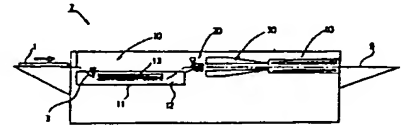
100: laser, 101: pinhole, 102: beam expander, 103: prism, 104: mirror, 105: cylindrical lens, 107: toric lens, 108: scanning lens

(54) CONTINUOUS PLATE MAKING DEVICE FOR PHOTSENSITIVE RESIN PLATE

(11) 5-80498 (A) (43) 2.4.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-269101 (22) 19.9.1991
 (71) TOYOCO CO LTD (72) KYOICHI MIZUNO(2)
 (51) Int. Cl.⁵ G03F7/00, G03F7/26

PURPOSE: To efficiently transport photosensitive resin plates having elasticity between respective processing stages and to shorten the time required for plate making of one sheet of the photosensitive resin plate relating to the continuous plate making device which processes the photosensitive resin plates continuously from developing to post exposing.

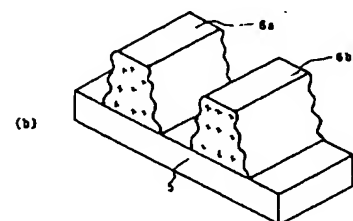
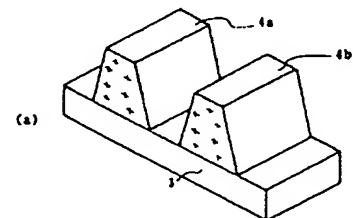
CONSTITUTION: This continuous plate making device is juxtaposed with at least a developing section 10, a drying section 30 and a post exposing section 40 in a horizontal direction and has a transporting device 3 which transports the photosensitive resin plates between the respective sections at a high speed.

**(54) PATTERN FORMING METHOD**

(11) 5-80499 (A) (43) 2.4.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-240027 (22) 19.9.1991
 (71) FUJITSU LTD(1) (72) NOBUAKI SANTO(2)
 (51) Int. Cl.⁵ G03F7/004, G03F7/038, G03F7/039, H01L21/027

PURPOSE: To provide the pattern forming method which can improve a resolving power and increase a practical focal depth and is more practicable in terms of the labor and cost required for processing relating to the pattern forming method using a photolithographic technique.

CONSTITUTION: This pattern forming method is constituted by including a stage for applying a resist having 1.0A parameter of Di to exposing light of 300nm wavelength on a body 3 to be patterned to form a resist film having 0.3 to 0.9μm film thickness, a stage for selectively irradiating the above-mentioned resist film with exposing light of 300nm wavelength to transfer mask patterns on the resist film and a stage for developing the resist film to form the resist patterns 4a, 4b corresponding to mask patterns.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-80499

(43)公開日 平成5年(1993)4月2日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 7/004	5 0 1	7124-2H		
	5 0 3	7124-2H		
	5 0 6	7124-2H		
7/038	5 0 5	7124-2H		
		7352-4M		

H 0 1 L 21/ 30 3 0 1 R

審査請求 未請求 請求項の数5(全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-240027

(22)出願日 平成3年(1991)9月19日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(71)出願人 000237617

富士通ヴィエルエスアイ株式会社

愛知県春日井市高蔵寺町2丁目1844番2

(72)発明者 山東 伸明

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地富

士通株式会社内

(72)発明者 廣瀬 実

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地富

士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 岡本 啓三

最終頁に続く

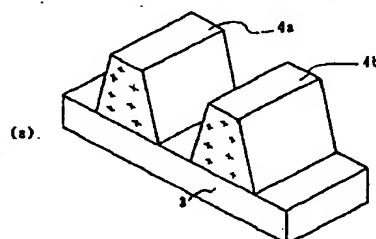
(54)【発明の名称】 パターン形成方法

(57)【要約】

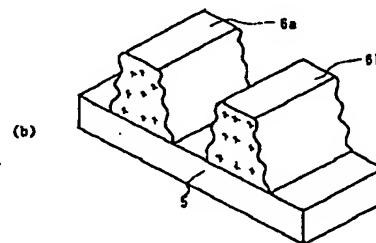
【目的】本発明は、フォトリソグラフィ技術を用いたパターン形成方法に関し、解像力の向上と実効的な焦点深度の増大とを共に図ることができ、かつ処理に要する手間やコストの点でより実用的なパターン形成方法を提供することを目的とする。

【構成】波長300nm以上の露光光に対するDillのAパラメータが1.0以上であるレジストを被パターンニング体3上に塗布して、膜厚0.3μm～0.9μmのレジスト膜を形成する工程と、波長300nm以上の露光光を前記レジスト膜に選択的に照射して該レジスト膜にマスクパターンを転写する工程と、前記レジスト膜を現像して前記マスクパターンに対応するレジストパターン4a、4bを形成する工程とを含み構成する。

本発明の実施例のパターン形成方法により形成されたレジストパターンの比較斜視図(その1)



3: Siウエハ(被パターンニング体)
4a, 4b: レジストパターン



3: Siウエハ(被パターンニング体)
6a, 6b: レジストパターン

【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長300nm以上の露光光に対するD i l lのAパラメータが1.0以上であるレジストを被パターンニング体上に塗布して、膜厚0.3μm~0.9μmのレジスト膜を形成する工程と、
波長300nm以上の露光光を前記レジスト膜に選択的に照射して該レジスト膜にマスクパターンを転写する工程と、
前記レジスト膜を現像して前記マスクパターンに対応するレジストパターンを形成する工程とを有するパターン形成方法。

【請求項2】 前記形成すべきレジストパターンの幅が0.6μm以下であることを特徴とする請求項1記載のパターン形成方法。

【請求項3】 前記レジスト膜にマスクパターンを転写する工程において、開口数(NA)が0.45以上のレンズを介して前記露光光を照射することを特徴とする請求項1又は請求項2記載のパターン形成方法。

【請求項4】 前記レジストは染料を含有していることを特徴とする請求項1、請求項2又は請求項3記載のパターン形成方法。

【請求項5】 前記レジストは、ヒドロキシ化合物の水酸基の少なくとも一部がアルキルエーテル化、アリールエーテル化、スルホン酸エステル化又はカルボン酸エステル化された化合物を含んでいることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3又は請求項4記載のパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】(目次)

- ・産業上の利用分野
- ・従来の技術(図3)
- ・発明が解決しようとする課題
- ・課題を解決するための手段
- ・作用
- ・実施例

(1)第1の実施例(図1、図2)

(2)第2の実施例(図1、図2)

(3)第3の実施例(図1、図2)

(4)第4~第7の実施例(図1、図2)

(5)第8~第11の実施例(図1、図2)

・発明の効果

【0002】

【産業上の利用分野】本発明は、パターン形成方法に関し、より詳しくは、フォトリソグラフィ技術を用いたパターン形成方法に関する。

【0003】近年、半導体装置の高集積度化に伴うパターンの微細化のため、フォトリソグラフィ技術を用いたパターン形成方法においては、マスクとしてのレジストパターンを形成する際に、露光光の短波長化及びレンズ開口数NAの大型化による解像力の向上が行われてい

る。一方、多層化のため半導体基板表面の段差は増大する傾向にある。従って、解像力の向上を図りつつ、焦点深度の増大を図ることが必要である。

【0004】

【従来の技術】従来例のレジストパターンの形成方法においては、単層レジスト法や多層レジスト法を用いた方法があり、それぞれ用途により使い分けられている。

【0005】(1)単層レジスト法では、エッチング耐性、レジスト膜/被パターンニング体界面での反射の影響、被パターンニング体の凹凸を考慮して1.0μm以上の膜厚のレジスト膜を形成している。

【0006】しかしながら、近年のパターンの微細化によってレジストパターンのアスペクト比が大きくなり、また、露光装置のレンズの高NA化によってレジスト膜表面への露光光の入射角が大きく、即ち露光光の進入深さが浅くなったりして、レジスト膜中の膜厚方向での光強度分布の差が大きくなっている。

【0007】以上のように、光学系が浅い焦点深度を有する等のため、図3(a)に示すように、形成されたレジストパターン2a、2bが膜厚方向の中央部で細ったり、図3(b)に示すように、レジストパターン2c、2d/被パターンニング1体界面でレジストパターン2c、2dの切れが悪くなってレジストパターン2c、2dが裾を引いたりし、正常なレジストパターン2c、2dが得られないという問題がある。

【0008】(2)また、多層レジスト法は、解像力の向上のため、露光光が短波長化され、レンズが高開口数化された結果浅い焦点深度を有するようになった光学系を補完し、実効的に深い焦点深度に相当する結果が得られるようにしたもので、2層レジスト法や3層レジスト法が主に用いられている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、多層レジスト法では多層のレジスト膜の処理が必要となり、処理工程数の増加や、コストの増大を招き、実用上問題がある。

【0010】本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、解像力の向上と実効的な焦点深度の増大とを共に図ることができ、かつ処理に要する手間やコストの点でより実用的なパターン形成方法を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題は、第1に、波長300nm以上の露光光に対するD i l lのAパラメータが1.0以上のレジストを被パターンニング体上に塗布して、膜厚0.3μm~0.9μmのレジスト膜を形成する工程と、波長300nm以上の露光光を前記レジスト膜に選択的に照射して該レジスト膜にマスクパターンを転写する工程と、前記レジスト膜を現像して前記マスクパターンに対応するレジストパターンを形成する工程とを有するパターン形成方法によって達成され、第2

に、前記形成すべきレジストパターン幅が $0.6\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする第1の発明に記載のパターン形成方法によって達成され、第3に、前記レジスト膜にマスクパターンを転写する工程において、開口数(NA)が 0.45 以上のレンズを介して前記露光光を照射することを特徴とする第1又は第2の発明に記載のパターン形成方法によって達成され、第4に、前記レジストは染料を含有していることを特徴とする第1、第2又は第3の発明に記載のパターン形成方法によって達成され、第5に、前記レジストは、ヒドロキシ化合物の水酸

基の少なくとも一部がアルキルエーテル化、アリールエーテル化、スルホン酸エステル化又はカルボン酸エステル化された化合物を含んでいることを特徴とする第1、第2、第3又は第4の発明に記載のパターン形成方法によって達成される。

【0012】

【作用】本発明のパターン形成方法においては、第1に、波長 300nm 以上の露光光に対してDillのAパラメータが 1.0 以上のレジストを塗布し、膜厚 $0.3\mu\text{m}\sim 0.9\mu\text{m}$ のレジスト膜を形成し、波長 300nm 以上の露光光をレジスト膜に選択的に照射している。

【0013】上記のように、レジスト膜厚が $0.3\mu\text{m}\sim 0.9\mu\text{m}$ と比較的薄い。このため、

(1) 実効的な焦点深度の向上を図ることができる。特に、表1に示すように、マスクパターンサイズが $0.6\mu\text{m}$ 以下の場合、向上が顕著になる。

(2) また、特に、解像力の向上等のために開口数が 0.45 以上のレンズを介して露光光を照射する場合、レジスト膜への露光光の入射角が増大するので、レジスト膜厚が厚いと、レジスト膜中の膜厚方向の光強度分布の差が顕著になるが、レジスト膜厚を薄くすることにより、その差を小さくすることができ、表1に示すように、実効的な焦点深度の向上を図ることができる。

【0014】これにより、解像力の向上と焦点深度の増大とを共に図ることができる。また、単層のレジスト膜を形成するだけでよいので、処理に要する手間やコストの点でより実用的なパターン形成方法を提供することができる。

【0015】一方、本発明のパターン形成方法によれば、上記のようにレジスト膜厚が薄い場合に生じ易い下記の2つの問題を、特に有効に解決することができる。即ち、(a) 定在波が発生し、レジストパターンの側壁が波うったり(図1(b))し易くなるが、 1.0 以上のDillのAパラメータを有するレジストを用いることにより、レジスト膜は露光光又は反射光を適度に吸収し、また、干渉を抑制して定在波の発生を抑制することができる。

【0016】更に、(b) レジストと被パターンニング体との界面での現像時間が相対的に長くなるので、他の部

分と比較して特に界面部分で現像液によるレジスト膜の浸食が進みやすくなり、レジストパターンにアンダーカットが入るというようない込み現象(Micro Groove)が発生し易くなる(図2(d))が、ヒドロキシ化合物の水酸基の少なくとも一部がアルキルエーテル化、アリールエーテル化、スルホン酸エステル化又はカルボン酸エステル化された化合物を含んでいるレジストを用いることにより、レジストを構成する分子の分子構造が大きくなるので、現像液によるレジスト膜の溶解レートが遅くなり、上記のくい込み現象(Micro Groove)を抑制することができる。

【0017】

【実施例】以下、本発明のパターン形成方法を実施例により詳細に説明する。即ち、本発明の実施例のパターン形成方法として、(a)～(d)の材料を用いて(a)～(d)の工程を行う。

(a) 樹脂 : m-クレゾール/p-クレゾール(仕込み比: $1/1$)よりなるノボラック樹脂 100 重量部

溶剤 : 乳酸エチル 400 重量部

感光剤 : 2, 3, 4, 4'-テトラヒドロキシベンゾフェノン及び1, 2-ナフトキノンジアジド-5-スルホン酸クロライドから合成したキノンジアジドスルホン酸エステル系感光剤(エステル化率 70%)

添加剤 : 無し、又はヒドロキシ化合物の水酸基の少なくとも一部がアルキルエーテル化、アリールエーテル化、スルホン酸エステル化又はカルボン酸エステル化された化合物

を露光光に対するDillのAパラメータが 1.0 以上となるように配合したレジスト溶液を調製する。

(b) レジスト膜との密着性を向上させるためヘキサメチルジシラザン(HMDS)処理を施したSiウエハ上に上記のレジストを塗布する。このとき、レジストは平坦面上に膜厚 $0.3\mu\text{m}\sim 0.9\mu\text{m}$ のレジスト膜が形成されるような塗布条件で塗布される。その後、温度 90°C 、時間 $60\sim 90$ 秒の条件で加熱処理を行い、塗布されたレジストを硬化して、レジスト膜を形成する。

(c) 開口数NAが 0.45 以上のレンズを有する縮小投影露光装置を用い、かつ種々の幅($0.7/0.6/0.5/0.4\mu\text{m}$)を有するマスクパターンに基づいて、i線($\lambda=365\text{nm}$)をレジスト膜に選択的に照射する。

(d) 温度 110°C 、時間 $60\sim 90$ 秒の条件で、レジスト膜の加熱処理を行った後、テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド(TMAH)の 2.38% 水溶液を用いて現像を行い、レジストパターンを形成する。

【0018】このような基本構成に基づいて、添加剤、DillのAパラメータ、NA及びレジスト膜厚を変化させた場合について第1～第11の実施例として説明する。

(1) 第1の実施例

下記の条件を除いて、

添加剤 : 無し

D i l l の A パラメータ : 1. 1

NA : 0. 4 5

レジスト膜厚 : 0. 7 6 μ m

冒頭のパターン形成方法及び条件に従ってレジストパターンの形成を行った。

【0019】なお、レジスト膜厚の違いによるレジストパターン形状及び実効的な焦点深度の差を調べるため、

下記の条件を除いて、

添加剤 : 無し

D i l l の A パラメータ : 1. 1

NA : 0. 4 5

*

* レジスト膜厚 : 1. 1 9 μ m

冒頭のパターン形成方法及び条件に従ってレジストパターンの形成を行った。

【0020】以上のようにして形成されたレジストパターンの断面形状を走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すような実効的な焦点深度が得られた。なお、実効的な焦点深度とは断面が矩形状の切れのよいレジストパターンとなっているときのデフォーカス量のレンジ(μm)を表している。以下、焦点深度という場合、特に断らないかぎり、この実効的な焦点深度のことをいう。

【0021】

【表1】

パターンサイズ レジスト膜厚	0.7 μ m	0.6 μ m	0.5 μ m	0.4 μ m
0. 7 6 μ m	1. 8 μ m	1. 5 μ m	1. 5 μ m	0. 9 μ m
1. 1 9 μ m	1. 8 μ m	1. 2 μ m	0. 9 μ m	0. 3 μ m

【0022】表1に示すように、レジスト膜厚が薄い方が、焦点深度を大きくすることができる。特に、マスクパターンサイズが0. 6 μ m以下の場合、その向上が顕著になる。これは、大きな開口数を有するレンズを介して露光光を照射する場合、レジスト膜への露光光の入射角が増大するので、レジスト膜厚が厚いと、レジスト膜中の膜厚方向の光強度分布の差が顕著になるが、レジスト膜厚を薄くすることにより、その差を小さくすることができるためと考えられる。

【0023】なお、NAの違いによるレジストパターン形状及び焦点深度の差を調べるため、下記の条件を除いて、

添加剤 : 無し

D i l l の A パラメータ : 1. 1

NA : 0. 3 5

レジスト膜厚 : 0. 7 6 μ m / 1. 1 9 μ m

冒頭のパターン形成方法及び条件に従ってレジストパターンの形成を行った。

【0024】形成されたレジストパターンの断面形状を走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すような焦点深度の差は見られなかった。これは、理論的な焦点深度は増大するが、形成すべきパターンサイズが理論的な解像力よりも小さいので、実効的な焦点深度の差として現れなかったものと考えられる。

【0025】以上のように、開口数がおよそ0. 4 5以上のレンズを介して露光光を照射する場合、レジスト膜厚を薄くすることにより、レジスト膜中の膜厚方向の光強度分布の差を小さくすることができるので、表1に示すように、焦点深度の向上を図ることができる。

30

【0026】これにより、解像力の向上と実効的な焦点深度の増大とを共に図ることができる。しかも、単層のレジスト膜を形成するだけでよいので、処理に要する手間やコストの面でより実用的なパターン形成方法を提供することができる。

【0027】なお、第1の実施例では、被パターンニング体としてSiウエハを用いているが、半導体基板上のA1膜等の導電膜やSiO₂膜等の絶縁膜を用いることもできる。

(2) 第2の実施例

D i l l の A パラメータの違いによる焦点深度及びレジストパターン形状の差を調べるため、下記の条件を除いて、

添加剤 : 無し

D i l l の A パラメータ : 1. 0

NA : 0. 4 5

レジスト膜厚 : 0. 7 6 μ m

冒頭のパターン形成方法及び条件に従ってレジストパターンの形成を行った。

【0028】形成されたレジストパターンの断面形状を走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すような焦点深度と同程度の焦点深度が得られ、かつ、図1(a)に示すものと同様な、滑らかな側壁を有するレジストパターンが得られた。

【0029】なお、比較のため、下記の条件を除いて、

添加剤 : 無し

D i l l の A パラメータ : 0. 8

NA : 0. 4 5

レジスト膜厚 : 0. 7 6 μ m

50

冒頭のパターン形成方法及び条件に従ってレジストパターンの形成を行った。

【0030】形成されたレジストパターンの断面形状を走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すような焦点深度と同程度の焦点深度が得られたが、定在波の発生に起因する波うった側壁を有するレジストパターン6a、6bが得られた(図1(b))。

【0031】以上のように、レジスト膜厚を薄くした場合、DillのAパラメータがおよそ1.0以上で、定在波の発生に起因する波うった側壁を有しない、正常な形状のレジストパターン4a、4bが得られた。これは、DillのAパラメータを適度に大きくすることにより、反射光の適度な吸収を行い、入射光と反射光との干渉を抑制することができるためと考えられる。

【0032】(3) 第3の実施例

染料の有無による焦点深度及びレジストパターン形状の差を調べるため、下記の条件を除いて、

添加剤 : 無し

DillのAパラメータ : 1.1

NA : 0.45

レジスト膜厚 : 0.76 μ m

染料 : ソルベントイエロー10(商品名)5重量部
冒頭のパターン形成方法及び条件に従ってレジストパターンの形成を行った。なお、マスクパターンとして幅(0.7/0.6/0.5/0.4 μ m)を有するマスクパターンの代わりに、幅(0.65/0.55/0.5/0.45 μ m)のものを用いた。

*

パターンサイズ レジスト膜厚	0.65 μ m	0.55 μ m	0.50 μ m	0.45 μ m
0.76 μ m	1.6 μ m	1.2 μ m	1.0 μ m	0.8 μ m
1.19 μ m	1.4 μ m	1.0 μ m	0.6 μ m	0.4 μ m

【0037】以上のように、レジスト膜厚が薄く、かつパターンサイズが小さい(第3の実施例の場合、0.65 μ m以下の)とき、段差のある基板上、あるいは反射率の高い基板上などにレジストパターンを形成するような場合には、第1又は第2の実施例のレジストに染料を含有させることにより、反射光の吸収を適度に行い、焦点深度の向上を図るとともに、正常な形状のレジストパターンを形成することができる。

【0038】(4) 第4の実施例～第7の実施例

以下、2, 3, 4, 4'-テトラヒドロキシベンゾフェノンの水酸基の一部を他の分子等に置換することにより合成された添加剤の種類の違いによる焦点深度及びレジストパターン形状の差を調べるため、冒頭のパターン形成方法において、下記の添加剤を添加した場合について説明する。

*【0033】形成されたレジストパターンの断面形状を走査型電子顕微鏡で観察した結果、表2に示すような焦点深度が得られた。しかも、図1(a)に示すものと同様な、凹部上でくびれのないレジストパターンが観察された。これは、染料によりSiウエハ表面からの反射光が適度に吸収され、かつ、レジスト膜厚が薄くなったため反射の影響が小さくなったと考えられる。

【0034】なお、レジスト膜厚の違いによる焦点深度及びレジストパターン形状に対する染料の影響を調べるため、比較例として、下記の条件を除いて、

添加剤 : 無し

DillのAパラメータ : 1.1

NA : 0.45

レジスト膜厚 : 1.19 μ m

染料 : ソルベントイエロー10(商品名)5重量部
冒頭のパターン形成方法及び条件で、レジストパターンの形成を行った。

【0035】形成されたレジストパターンの断面形状を走査型電子顕微鏡で観察した結果、表2に示すような焦点深度が得られた。しかも、図2(c)に示すように、凹部上でくびれたレジストパターン6cが観察された。これはレジスト膜厚が厚いので、Siウエハ(被パターンニング体)5表面からの反射の影響が大きくなるためと考えられる。

【0036】

【表2】

【0039】(4a) 第4の実施例

下記の条件を除いて、

添加剤 : 2, 3, 4, 4'-テトラヒドロキシベンゾフェノンの水酸基の20%をスルホン酸メチルでエステル化した化合物5重量部

DillのAパラメータ : 1.1

NA : 0.45

レジスト膜厚 : 0.76 μ m

冒頭のパターン形成方法及び条件に従ってレジストパターンの形成を行った。

【0040】形成されたレジストパターンの断面形状を走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すのと同程度の焦点深度が得られ、かつ、図1(a)に示すものと同様な、くい込みのない断面形状が得られた。

50 【0041】(4b) 第5の実施例

下記の条件を除いて、

添加剤 : 2, 3, 4, 4'-テトラヒドロキシベン
ゾフェノンの水酸基の30%をカルボン酸メチルでエス
テル化した化合物5重量部

D i l l のAパラメータ : 1. 1

NA : 0. 45

レジスト膜厚 : 0. 76 μm

冒頭のパターン形成方法及び条件に従ってレジストパ
ターンの形成を行った。

【0042】形成されたレジストパターンの断面形状を
走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すのと同程
度の焦点深度が得られ、かつくい込みのない断面形状が
得られた。

【0043】(4c)第6の実施例

下記の条件を除いて、

添加剤 : 2, 3, 4, 4'-テトラヒドロキシベン
ゾフェノンの水酸基の50%をメチルエーテル化した化
合物5重量部

D i l l のAパラメータ : 1. 1

NA : 0. 45

レジスト膜厚 : 0. 76 μm

冒頭のパターン形成方法及び条件に従ってレジストパ
ターンの形成を行った。

【0044】形成されたレジストパターンの断面形状を
走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すのと同程
度の焦点深度が得られ、かつくい込みのない断面形状が
得られた。

【0045】(4d)第7の実施例

下記の条件を除いて、

添加剤 : 2, 3, 4, 4'-テトラヒドロキシベン
ゾフェノンの水酸基の40%をエチルエーテル化した化
合物5重量部

D i l l のAパラメータ : 1. 1

NA : 0. 45

レジスト膜厚 : 0. 76 μm

冒頭のパターン形成方法及び条件に従ってレジストパ
ターンの形成を行った。

【0046】形成されたレジストパターンの断面形状を
走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すのと同程
度の焦点深度が得られ、かつくい込みのない断面形状が
得られた。

【0047】なお、比較例として上記の添加剤の代わり
に下記の添加剤を用い、かつ下記の条件を除いて、

添加剤 : 2, 3, 4, 4'-テトラヒドロキシベン
ゾフェノンそのものを5重量部

D i l l のAパラメータ : 1. 1

NA : 0. 45

レジスト膜厚 : 0. 76 μm

冒頭のパターン形成方法及び条件に従ってレジストパ
ターンの形成を行った。

【0048】形成されたレジストパターンの断面形状を
走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すのと同程
度の焦点深度が得られたが、図2(d)に示すように、
Siウエハ5とレジストパターン6d, 6eとの界面部で
レジストパターン6d, 6eにくい込みのある断面形状
が得られた。

【0049】以上の第4~第7の実施例のように、一般
に、レジスト膜厚が薄くなると、レジストとSiウエハと
の界面での現像時間が相対的に長くなるので、他の部分
と比較して特に界面部分で現像液によるレジスト膜の浸
食が進みやすくなり、レジストパターンにアンダーカッ
トが入るというようなくい込み現象(Micro Groove)が
発生し易くなるが、2, 3, 4, 4'-テトラヒドロキ
シベンゾフェノン(ヒドロキシ化合物)の水酸基の少な
くとも一部がアルキルエーテル化、アリールエーテル
化、スルホン酸エステル化又はカルボン酸エステル化さ
れた化合物を含んでいるレジストを用いることにより、
レジストを構成する分子の分子構造が大きくなるので、
現像液によるレジスト膜の溶解レートが遅くなり、上記
のくい込み現象(Micro Groove)を抑制することができ
る。

【0050】(5)第8の実施例~第11の実施例
以下、トリス(4-ヒドロキシフェニル)メタンの水酸
基の一部を他の分子に置換することにより合成された添
加剤の種類の違いによる焦点深度とパターン形状の差を
調べるため、冒頭のパターン形成方法において、下記の
添加剤を添加した場合について説明する。

【0051】(5a)第8の実施例

下記の条件を除いて、

添加剤 : トリス(4-ヒドロキシフェニル)メタン
の水酸基の20%をスルホン酸メチルでエステル化した
化合物5重量部

D i l l のAパラメータ : 1. 1

NA : 0. 45

レジスト膜厚 : 0. 76 μm

冒頭のパターン形成方法及び条件でレジストパターンの
形成を行った。

【0052】形成されたレジストパターンの断面形状を
走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すような焦
点深度が得られ、かつくい込みのない断面形状が得られ
た。

(5b)第9の実施例

下記の条件を除いて、

添加剤 : トリス(4-ヒドロキシフェニル)メタン
の水酸基の30%をカルボン酸メチルでエステル化した
化合物5重量部

D i l l のAパラメータ : 1. 1

NA : 0. 45

レジスト膜厚 : 0. 76 μm

50 冒頭のパターン形成方法及び条件でレジストパターンの

形成を行った。

【0053】形成されたレジストパターンの断面形状を走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すような焦点深度が得られ、かつくい込みのない断面形状が得られた。

(5c) 第10の実施例

下記の条件を除いて、

添加剤 : トリス(4-ヒドロキシフェニル)メタンの水酸基の50%をメチルエーテル化した化合物5重量部

D i l l のAパラメータ : 1.1

NA : 0.45

レジスト膜厚 : 0.76 μm

冒頭のパターン形成方法及び条件でレジストパターンの形成を行った。

【0054】形成されたレジストパターンの断面形状を走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すような焦点深度が得られ、かつくい込みのない断面形状が得られた。

(5d) 第11の実施例

下記の条件を除いて、

添加剤 : トリス(4-ヒドロキシフェニル)メタンの水酸基の40%をエチルエーテル化した化合物5重量部

D i l l のAパラメータ : 1.1

NA : 0.45

レジスト膜厚 : 0.76 μm

冒頭のパターン形成方法及び条件でレジストパターンの形成を行った。

【0055】形成されたレジストパターンの断面形状を走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すような焦点深度が得られ、かつくい込みのない断面形状が得られた。なお、比較例として上記の添加剤の代わりに下記の添加剤を用い、かつ下記の条件を除いて、

添加剤 : トリス(4-ヒドロキシフェニル)メタンの水酸基を置換せずに5重量部

D i l l のAパラメータ : 1.1

NA : 0.45

レジスト膜厚 : 0.76 μm

冒頭のパターン形成方法及び条件でレジストパターンの形成を行った。

【0056】形成されたレジストパターンの断面形状を走査型電子顕微鏡で観察した結果、表1に示すような焦点深度が得られ、かつくい込みのある断面形状が得られた。以上の第8～第11の実施例のように、一般に、レジスト膜厚が薄くなると、くい込み現象(Micro Groove)が発生し易くなるが、トリス(4-ヒドロキシフェニル)メタン(ヒドロキシ化合物)の水酸基の少なくとも一部がアルキルエーテル化、アリールエーテル化、スルホン酸エステル化又はカルボン酸エステル化された化

合物を含んでいるレジストを用いることにより、レジストを構成する分子の分子構造が大きくなるので、現像液によるレジスト膜の溶解レートが遅くなり、上記のくい込み現象(Micro Groove)を抑制することができる。

【0057】なお、第4～第11の実施例では、ヒドロキシ化合物として、2, 3, 4, 4'-テトラヒドロキシベンゾフェノン又はトリス(4-ヒドロキシフェニル)メタンを用いているが、他に没食子酸メチル、没食子酸エチル、没食子酸プロピル、2-[4-(1, 1-ジ(4-ヒドロキシフェニル)エチル)フェニル]-2-(4-ヒドロキシフェニル)プロパン、2, 2', 2''-トリス(4-ヒドロキシフェニル)-1, 3, 5-トリイソプロピルベンゼン、2, 3, 4-トリヒドロキシベンゾフェノン、2, 4, 4'-トリヒドロキシベンゾフェノン、又は2', 2, 4, 4'-テトラヒドロキシベンゾフェノン等を用いてもよい。

【0058】また、これらヒドロキシ化合物の水酸基の少なくとも一部の置換基として、メチル基、エチル基、フェニル基、ベンジル基、メタンスルホン酸、エタンスルホン酸、ベンゼンスルホン酸、メタンカルボン酸、エタンカルボン酸又はベンゼンカルボン酸等を用いることができる。

【0059】

【発明の効果】以上のように、本発明のパターン形成方法においては、波長300nm以上の露光光に対してD i l l のAパラメータが1.0以上のレジストを塗布し、膜厚0.3 μm～0.9 μmのレジスト膜を形成し、波長300nm以上の露光光をレジスト膜に選択的に照射している。

【0060】上記のように、レジスト膜厚が0.3 μm～0.9 μmと比較的薄いため、解像度を向上するとともに、実効的な焦点深度の向上を図ることができる。また、単層のレジスト膜を形成するだけでよいので、処理に要する手間やコストの点でより実用的なパターン形成方法を提供することができる。

【0061】一方、本発明のパターン形成方法によれば、上記のようにレジスト膜厚が薄い場合に生じ易い下記の2つの問題を、特に有効に解決することができる。即ち、

(a) 1.0以上のD i l l のAパラメータを有するレジストを用いることにより、レジスト膜は露光光又は反射光を適度に吸収し、定在波の発生を抑制することができる。

(b) ヒドロキシ化合物の水酸基の少なくとも一部がアルキルエーテル化、アリールエーテル化、スルホン酸エステル化又はカルボン酸エステル化された化合物を含んでいるレジストを用いることにより、レジストを構成する分子の分子構造が大きくなるので、現像液によるレジスト膜の溶解レートが遅くなり、上記のくい込み現象を抑制することができる。

13

【図面の簡単な説明】

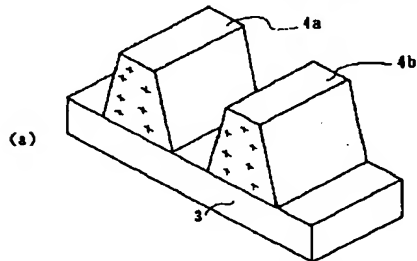
【図1】本発明の実施例のパターン形成方法により形成されたレジストパターンの比較斜視図(その1)である。

【図2】本発明の実施例のパターン形成方法により形成されたレジストパターンの比較斜視図(その2)である。

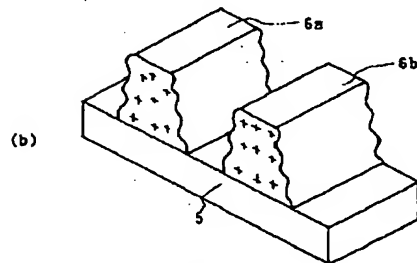
*

【図1】

本発明の実施例のパターン形成方法により形成されたレジストパターンの比較斜視図(その1)



3: Siウエハ(被パターンニング体)
4a, 4b: レジストパターン



5: Siウエハ(被パターンニング体)
6a, 6b: レジストパターン

14

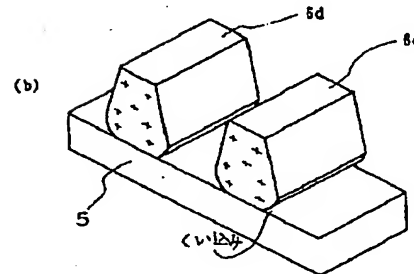
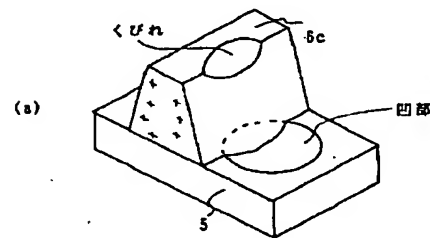
*【図3】従来例のパターン形成方法により形成されたレジストパターンの比較斜視図である。

【符号の説明】

1, 3, 5 Siウエハ(被パターンニング体)、
2a~2d, 4a, 4b, 6a~6e レジストパターン。

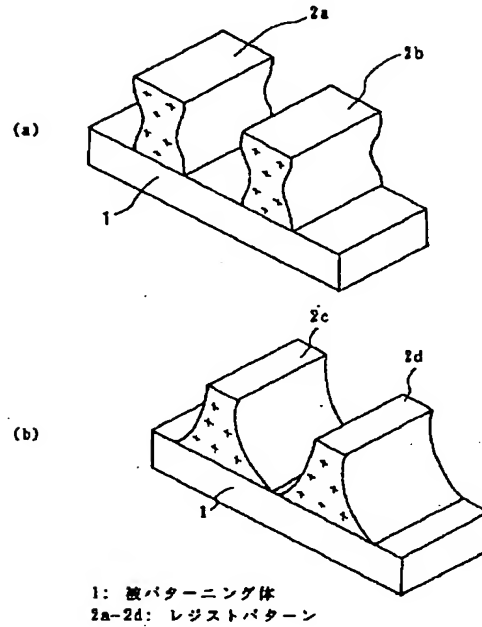
【図2】

本発明の実施例のパターン形成方法により形成されたレジストパターンの比較斜視図(その2)



【図3】

従来例のパターン形成方法により形成された
レジストパターンの比較斜視図



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁵

G 0 3 F 7/039

H 0 1 L 21/027

識別記号

5 0 1

庁内整理番号

7124-2H

F I

技術表示箇所

(72)発明者 藤波 稔

愛知県春日井市高蔵寺町二丁目1844番2

富士通ヴィエルエスアイ株式会社内